

EXPRESS MAIL CERTIFICATE

Date 10/16/01 Label No. 6276772581905

I hereby certify that, on the date indicated above, this paper or fee was deposited with the U.S. Postal Service & that it was addressed for delivery to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 by "Express Mail Post Office to Addressee" service.

PLEASE CHARGE ANY DEFICIENCY UP TO \$300.00 OR CREDIT ANY EXCESS IN THE FEES DUE WITH THIS DOCUMENT TO OUR DEPOSIT ACCOUNT NO. 04-0100

Name (Print) D/B Peak

Signature [Signature]

Customer No.:



07278

PATENT TRADEMARK OFFICE

Docket No.: 6920/OJ938

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Shoichi AOKI; Tetsuo YANO; Kenji SENDA; Kazumasa TAKADA

Serial No.: NOT YET ASSIGNED

Art Unit:

Confirmation No.:

Filed: CONCURRENTLY HEREWITH Examiner:

For: LOW COHERENT REFLECTOMETER

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, DC 20231

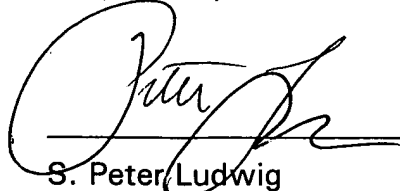
Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. Section 119 based on
Japan application No. 2000-317869 filed October 18, 2000.

J1040 U.S. PTO
09/982557
10/16/01

A certified copy of the priority document is submitted herewith.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Peter Ludwig", is written over a horizontal line.

S. Peter Ludwig

Reg. No. 25,351

Attorney for Applicant(s)

Dated: October 16, 2001

DARBY & DARBY P.C.
805 Third Avenue
New York, New York 10022
212-527-7700

Docket No. 6920/OJ938

F01178

OSP-11296-8

US

た質

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

J1040 U.S. PRO

09/982557



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-317869

出 願 人

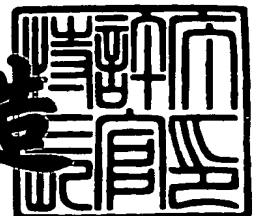
Applicant(s):

安藤電気株式会社
日本電信電話株式会社

2001年 8月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3080366

【書類名】 特許願

【整理番号】 S00-7-16

【提出日】 平成12年10月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 21/47

【発明の名称】 低コヒーレントリフレクトメータ

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社
内

 【氏名】 青木 省一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社
内

 【氏名】 矢野 哲夫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社
内

 【氏名】 千田 健司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株
式会社内

 【氏名】 高田 和正

【特許出願人】

 【識別番号】 000117744

 【氏名又は名称】 安藤電気株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9719557

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低コヒーレントリフレクトメータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、

前記光源からの光を分岐して一方の光を測定光として被測定光回路を含む第 1 の光経路に入射させるとともに、分岐した他方の光を局発光として空間的な光路を含む第 2 の光経路に入射させる分岐手段と、

前記第 1 の光経路により生じた反射光と前記第 2 の光経路を伝搬した前記局発光とを合波する合波手段と、

前記第 1 の光経路と第 2 の光経路との間の波長分散値の相違を補償する補償手段と

を供奉することを特徴とする低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 2】 前記補償手段は、前記第 1 の光経路内に設けられた分散シフトファイバを備えることを特徴とする請求項 1 記載低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 3】 前記補償手段は、前記光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整する調整手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 4】 前記調整手段は、光バンドパスフィルタを備えることを特徴とする請求項 1 記載の低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 5】 光源と、

少なくとも 4 つのポートを有し、第 1 のポートから入射する前記光源からの光を分岐し、分岐した一方の光を測定光として第 2 のポートから出射し、且つ分岐した他方の光を局発光として第 3 のポートから出射するとともに、前記第 2 のポートから入射する反射光及び第 3 のポートから入射する局発光を合波して第 4 のポートから出射する光カプラと、

前記第 2 のポートと被測定光回路との間に配置される分散シフトファイバと、

前記第 3 のポートから出射される局発光に対して空間的な光路を介して反射して、前記第 3 のポートへ入射させる反射手段と、

前記第 4 のポートから出射される合波光を受光して処理する受光信号処理部とを具備することを特徴とする低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 6】 前記分散シフトファイバの光路長は、前記空間的な光路の光路長とほぼ同一に設定されることを特徴とする請求項 5 記載の低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 7】 光源と、

前記光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整する光バンドパスフィルタと、

少なくとも 4 つのポートを有し、第 1 のポートから入射する前記光源からの光を分岐し、分岐した一方の光を測定光として第 2 のポートから被測定光回路へ出射し、且つ分岐した他方の光を局発光として第 3 のポートから出射するとともに、前記被測定光回路から前記第 2 のポートを介して入射する反射光及び第 3 のポートから入射する局発光を合波して第 4 のポートから出射する光カプラと、

前記第 3 のポートから出射される局発光に対して空間的な光路を介して反射して、前記第 3 のポートへ入射させる反射手段と、

前記第 4 のポートから出射される合波光を受光して処理する受光信号処理部とを具備することを特徴とする低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 8】 前記反射手段は、コリメートレンズと反射鏡とを備え、

前記コリメートレンズは、前記第 3 のポートから出射される光を平行光に変換して前記反射鏡へ入射させるとともに、前記反射鏡によって反射された光を集束して前記第 3 のポートから前記光カプラへ入射させることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 の何れか一項に記載の低コヒーレントリフレクトメータ。

【請求項 9】 前記反射鏡は移動可能に構成され、前記コリメートレンズとの距離が可変であることを特徴とする請求項 8 記載の低コヒーレントリフレクトメータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光導波路や光モジュール等の被測定光回路における反射率又はその

分布及び反射位置を低コヒーレント光を用いて測定する低コヒーレントリフレクトメータ（反射率測定装置）に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 8 は、従来の低コヒーレントリフレクトメータの概略構成例を示すブロック図である。図 8 において、1 0 0 は低コヒーレント光を出射する発光ダイオードからなる低コヒーレント光源である。低コヒーレント光源 1 0 0 の出射端には光ファイバ 1 0 1 の一端が接続されている。1 0 2 は 4 つのポート 1 0 2 a ～ 1 0 2 d を有する光カプラであり、その 1 つのポート 1 0 2 a には光ファイバ 1 0 1 の他端が接続されている。光カプラ 1 0 2 はポート 1 0 2 a から入力される低コヒーレント光を所定の強度比（例えば 1 対 1）で分岐してポート 1 0 2 b, 1 0 2 c 各々から出射する。ポート 1 0 2 b には光ファイバ 1 0 3 の一端が接続されている。また、光ファイバ 1 0 3 の他端には、内部に反射点を有する測定対象としての被測定光回路 1 0 4 が接続されている。

【 0 0 0 3 】

光カプラ 1 0 2 のポート 1 0 2 c には光ファイバ 1 0 5 が接続されている。1 0 6 は光ファイバ 1 0 5 の端部 1 0 5 a に焦点位置が設定されたコリメートレンズであり、1 0 7 はコリメートレンズ 1 0 6 を介して入射する光を反射する反射鏡であり、コリメートレンズ 1 0 6 との距離を可変するための図示しないステージ上に設けられている。また、光カプラ 1 0 2 のポート 1 0 2 d には光ファイバ 1 0 8 の一端が接続されており、光ファイバ 1 0 8 の他端には受光信号処理部 1 0 9 が設けられている。受光信号処理部 1 0 9 は、図示しない 2 つの受光素子を備え、光ファイバ 1 0 8 から入射した光を各々の受光素子で受光して光電変換し、各々の受光素子で光電変換された電気信号の差分を増幅する。

【 0 0 0 4 】

上記構成における従来の低コヒーレントリフレクトメータは、まず低コヒーレント光源 1 0 0 から出射された低コヒーレント光を光カプラ 1 0 2 で分岐し、分岐光の一方を、測定光として光ファイバ 1 0 3 を介して被測定光回路 1 0 4 に入射させる。被測定光回路 1 0 4 内で生じた反射光は光ファイバ 1 0 3 を介してポ

ート 1 0 2 b から光カプラ 1 0 2 に入力する。

【 0 0 0 5 】

一方、光カプラ 1 0 2 の分岐光の他方は、局発光として光ファイバ 1 0 5 を介して光ファイバ 1 0 5 の端部 1 0 5 a から出射され、コリメートレンズ 1 0 6 によって平行光に変換されて反射鏡 1 0 7 に入射する。局発光は反射鏡 1 0 7 によって反射され、コリメートレンズ 1 0 6 によって集光されて端部 1 0 5 a から光ファイバ 1 0 5 内に入射し、光カプラ 1 0 2 に至る。

【 0 0 0 6 】

光カプラ 1 0 2 はポート 1 0 2 b から入力する反射光とポート 1 0 2 c から入力する局発光とを合波する。ここで、測定光及び反射光の光路と局発光の光路とが同一になれば光カプラ 1 0 2 内で干渉が生ずる。そして、合波光の内、光カプラ 1 0 2 のポート 1 0 2 d から出射される合波光を受光信号処理部 1 0 9 が備える図示しない受光素子で光電変換して差動増幅する。

【 0 0 0 7 】

ここで、図示しないステージを移動させて反射鏡 1 0 7 を等速で光軸方向に移動させて空間的な光路長を可変することにより光カプラ 1 0 2 から出射された局発光の光路長を変化させて、光カプラ 1 0 2 のポート 1 0 2 b から測定光が出射され、反射光が光カプラ 1 0 2 b へ入射するまでの光路長と、光カプラ 1 0 2 のポート 1 0 2 c から局発光が出射されて光カプラ 1 0 2 c へ戻るまでの光路長とが等しいときに干渉が生じるため、被測定光回路 1 0 4 内における反射点の位置を計測することができる。かかる技術の詳細については、例えば特開 2 0 0 0 - 9 7 8 5 6 を参照されたい。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来の低コヒーレントリフレクトメータは、測定光及び被測定光回路 1 0 4 において生じた反射光が通過する光路は光ファイバのみで構成されている。一方、局発光の光路は図 8 に示したように、光ファイバ 1 0 5 の端部 1 0 5 a、コリメートレンズ 1 0 6、及び反射鏡 1 0 7 で構成される光路は屈折率がほぼ 1 の空間的な光路である。

【0009】

このため、局発光の光路における波長の分散値は、光ファイバのみで構成されている測定光及び反射光の光路における波長の分散値と比較すると、光ファイバ105の端部105aから射出された局発光がコリメートレンズ106に至り、反射鏡107で反射されて、再びコリメートレンズ106を介して光ファイバ105のファイバ105aに至る空間的な光路の分だけ少なくなる。このように測定光及び反射光の分散値と局発光の分散値との間に差があるとその影響により空間分解能が劣化してしまうという問題があった。

【0010】

上述したように、被測定光回路104の反射点の位置は、反射鏡107を移動させることにより局発光の空間的な光路長を可変して反射光と局発光とを光カプラ102で干渉させることによって得られる訳であるが、この空間的な光路長が長くなるにつれ、測定光及び反射光の分散値と局発光の分散値との差は大きくなり、その結果空間分解能はより悪化してしまう。

【0011】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、高い空間分解能を有するとともに、局発光の空間的な光路長の変化がある場合であっても高い空間分解能を維持することができる低コヒーレントリフレクトメータを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、光源と、前記光源からの光を分岐して一方の光を測定光として被測定光回路を含む第1の光経路に入射させるとともに、分岐した他方の光を局発光として空間的な光路を含む第2の光経路に入射させる分岐手段と、前記第1の光経路により生じた反射光と前記第2の光経路を伝搬した前記局発光とを合波する合波手段と、前記第1の光経路と第2の光経路との間の波長分散値の相違を補償する補償手段とを供奉することを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記補償手段が、前記第

1 の光経路内に設けられた分散シフトファイバを備えることを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記補償手段が、前記光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整する調整手段を備えることを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記調整手段が、光バンドパスフィルタを備えることを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、光源と、少なくとも4つのポートを有し、第1のポートから入射する前記光源からの光を分岐し、分岐した一方の光を測定光として第2のポートから出射し、且つ分岐した他方の光を局発光として第3のポートから出射するとともに、前記第2のポートから入射する反射光及び第3のポートから入射する局発光を合波して第4のポートから出射する光カップラと、前記第2のポートと被測定光回路との間に配置される分散シフトファイバと、前記第3のポートから出射される局発光に対して空間的な光路を介して反射して、前記第3のポートへ入射させる反射手段と、前記第4のポートから出射される合波光を受光して処理する受光信号処理部とを具備することを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記分散シフトファイバの光路長が、前記空間的な光路の光路長とほぼ同一に設定されることを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、光源と、前記光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整する光バンドパスフィルタと、少なくとも4つのポートを有し、第1のポートから入射する前記光源からの光を分岐し、分岐した一方の光を測定光として第2のポートから被測定光回路へ出射し、且つ分岐した他方の光を局発光として第3のポートから出射するとともに、前記被測定光回路から前記第2のポートを介して入射する反射光及び第3のポートから入射する局発光を合波して第4のポートから出射する光カップラと、前記第3のポートから出射される局発光に対して空間的な光路を介して反射して、前記第3のポートへ入射させる反射手段と、前記第4のポートから出射される合波光を受光して処理する受光信号処理部とを具備することを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記反射手段が、コリメートレンズと反射鏡とを備え、前記コリメートレンズが、前記第3のポートから出射される光を平行光に変換して前記反射鏡へ入射させるとともに、前記反射鏡によって反射された光を集束して前記第3のポートから前記光カプラへ入射させることを特徴としている。

また、本発明の低コヒーレントリフレクトメータは、前記反射鏡が移動可能に構成され、前記コリメートレンズとの距離が可変であることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態による低コヒーレントリフレクトメータについて詳細に説明する。

〔第1実施形態〕

図1は、本発明の第1実施形態による低コヒーレントリフレクトメータの概略構成を示すブロック図である。図1において、1は低コヒーレント光を出射する発光ダイオード等からなる低コヒーレント光源である。この低コヒーレント光源1から射出される低コヒーレント光の波長は例えば1.55 μ m帯の波長である。

【 0 0 1 4 】

低コヒーレント光源1の出射端には光ファイバ2の一端が接続されている。3は4つのポート3a～3dを有する光カプラであり、その1つのポート3aには光ファイバ2の他端が接続されている。光カプラ3はポート3aから入力される低コヒーレント光を所定の強度比（例えば1対1）で分岐してポート3b、3c各々から出射する。また、光カプラ3のポート3bには光ファイバ4の一端が接続されている。

【 0 0 1 5 】

光ファイバ4の他端には分散シフトファイバ（Dispersion Shifted Fiber：DSF）5を介して被測定光回路6が接続されている。この分散シフトファイバ5は、低コヒーレント光源1から出射される低コヒーレント光の波長帯においてほぼ分散値が0となる特性を有している。また、この分散シフトファイバ5の長さ

は、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光の波長帯の光に対して光路長が後述する局発光の空間的な光路長とほぼ同一に設定される。また、光ファイバ 4 の長さ、光ファイバ 7 との長さも同一に設定される。尚、光カプラ 3 のポート 3 b から、光ファイバ 4 及び分散シフトファイバ 5 を介して被測定光回路 6 に至り、再び分散シフトファイバ 5 及び光ファイバ 4 を介してポート 3 b に至る経路は第 1 の光経路に相当する。

【 0 0 1 6 】

また、光カプラ 3 のポート 3 c には光ファイバ 7 の一端が接続されている。8 は光ファイバ 7 の端部 7 a に焦点位置が設定されたコリメートレンズである。9 はコリメートレンズ 8 を介して入射する光を反射する反射鏡であり、コリメートレンズ 8 との距離を可変するための図示しないステージ上に設けられている。尚、光カプラ 3 のポート 3 c から、光ファイバ 7 及びコリメートレンズ 8 を介して反射鏡 9 に至り、再びコリメートレンズ 8 及び光ファイバ 7 を介してポート 3 c に至る経路は第 2 の光経路に相当する。

【 0 0 1 7 】

更に、前述した光カプラ 3 のポート 3 d には光ファイバ 1 0 の一端が接続されており、光ファイバ 1 0 の他端には受光信号処理部 1 1 が設けられている。受光信号処理部 1 1 は、図示しない 2 つの受光素子を備え、光ファイバ 1 0 から入射した光を各々の受光素子で受光して光電変換し、各々の受光素子で光電変換された電気信号の差分を増幅する。

【 0 0 1 8 】

上記構成における本発明の第 1 実施形態による低コヒーレントリフレクトメータは、まず低コヒーレント光源 1 から出射された低コヒーレント光を光カプラ 3 で分岐し、分岐光の一方を測定光 D L として光ファイバ 4 及び分散シフトファイバ 5 を介して被測定光回路 6 に入射させる。被測定光回路 6 内で生じた反射光 R L は分散シフトファイバ 5 及び光ファイバ 4 を順に介してポート 3 b から光カプラ 3 に入力する。ここで、測定光 D L 及び反射光 R L が光ファイバ 4 を通過する際には、光ファイバ 4 の分散特性に応じた分散が生ずるが、分散シフトファイバ 5 を通過する際には分散が生じない。

【 0 0 1 9 】

一方、光カプラ 3 の分岐光の他方は局発光 K L としてポート 3 c から出射され、光ファイバ 7 を伝搬して光ファイバ 7 の端部 7 a から出射され、コリメートレンズ 8 によって平行光に変換されて反射鏡 9 に入射する。局発光 K L は反射鏡 9 によって反射され、コリメートレンズ 8 によって集光されて端部 7 a から光ファイバ 7 内に入射する。光ファイバ 7 内に入射した局発光 K L は、ポート 3 c から光カプラ 3 内に入射する。

【 0 0 2 0 】

上記の光ファイバ 7 の端部 7 a から射出された局発光は、空間中を伝搬してコリメートレンズ 8 によって平行光に変換され、更に空間中を伝搬して反射鏡 9 によって反射されている。かかる光路を逆順に進み光ファイバ 7 の端部 7 a に入射するまでも同様に空間中を伝搬する。よって、かかる空間的な光路を伝搬している間は分散は生じないが、前述のように測定光 D L が分散シフトファイバ 5 中を伝搬している間、及び反射光 R L が分散シフトファイバ 5 を伝搬している間は分散が生じない。しかも、前述した通り、分散シフトファイバ 5 の長さは、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光の波長帯の光に対して光路長が局発光の空間的な光路長と同程度に設定されている。よって、ポート 3 b から光カプラ 3 へ入射した反射光の分散値とポート 3 c から光カプラ 3 へ入射した局発光 K L の分散値とはほぼ同一である。

【 0 0 2 1 】

光カプラ 3 へ入射した反射光 R L と局発光 K L とは光カプラ 3 によって合波される。ここで、測定光及び反射光の光路と局発光の光路とが同一になれば光カプラ 3 内で干渉が生ずる。そして、合波光の内、光カプラ 3 のポート 3 d から出射される合波光を受光信号処理部 1 1 が備える図示しない受光素子で光電変換して差動増幅する。

【 0 0 2 2 】

以上説明した本発明の第 1 実施形態においては、分散シフトファイバの光路長を、局発光の空間的な光路に相当する長さに設定することができれば波長分散（以下、本発明の実施形態の説明においては、単に分散と称する）が空間分解能に

与える影響を零にすることができる。しかしながら、例えば被測定光回路 6 内に既に光ファイバ等が付属している場合には、分散の影響を完全に零とすることはできないが、その影響を少なくすることができる。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、第 1 実施形態の低コヒーレントリフレクタを用いて被測定光回路 6 に対する計測を行った際の計測結果の一例を示す図であり、(a) は分散シフトファイバ 5 を設けない場合の計測結果を示す図であって、(b) は分散シフトファイバ 5 を設けた場合の計測結果を示す図である。尚、図 2 (a)、図 2 (b) において、縦軸は得られる信号レベルであり、その単位は [dB] である。また、横軸は被測定光回路 6 内の計測領域の一部を示している。また、図 2 においては、局発光の空間的な光路長を 70 cm に設定している。

【 0 0 2 4 】

図 2 (a) と図 2 (b) とを比較すると、図 2 (a) 及び図 2 (b) とともに反射点がある位置 (図中において符号 P 1 を付した位置) において、信号レベルがピーク値をとるが、図 2 (a) 中に示されたピークの幅よりも、図 2 (b) 中に示されたピーク値の幅の方が狭くなっている。これは、空間分解能が高くなっていることを意味する。

【 0 0 2 5 】

以上説明したように、本発明の第 1 実施形態においては、低コヒーレントリフレクタ内に設けられる光ファイバ中を測定光 DL 及び反射光 RL が伝搬して生ずる分散値と、光ファイバ及び空間的な光路を局発光 KL が伝搬して生ずる分散値との差を、測定光 DL 及び反射光 RL の光路中に分散シフトファイバ 5 を設けることによってほぼ零としている。よって、低コヒーレントリフレクタの空間分解能を高く維持することができる。

【 0 0 2 6 】

〔第 2 実施形態〕

図 3 は、本発明の第 2 実施形態による低コヒーレントリフレクタの概略構成を示すブロック図であり、図 1 に示した部材と同一の部材には同一の符号を付してその説明を省略する。図 3 に示した本発明の第 2 実施形態による低コヒー

レントリフレクトメータが図 1 に示した本発明の第 1 実施形態による低コヒーレントリフレクトメータと異なる点は、図 1 中の分散シフトファイバ 5 が省略されて光ファイバ 4 が直接被測定光回路 6 に接続されている点と、低コヒーレント光源 1 と光ファイバ 2 との間に、光ファイバ 2 1 及び光バンドパスフィルタ 2 0 が設けられている点である。

【 0 0 2 7 】

かかる構成の本実施形態による低コヒーレントリフレクトメータは、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光のスペクトル幅（半値全幅）が広いと低コヒーレントリフレクトメータの空間分解能に影響を与える点に着目し、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光のスペクトル幅（半値全幅）を狭くして空間分解能への影響を軽減するものである。光バンドパスフィルタ 2 0 は、低コヒーレント光のスペクトル（半値全幅）幅を狭くするために設けられる。

【 0 0 2 8 】

次に、低コヒーレント光のスペクトル幅（半値全幅）と低コヒーレントリフレクトメータの空間分解能との関係について説明する。低コヒーレントリフレクトメータを用いた測定法における空間分解能への分散値の影響は低コヒーレント光源 1 のスペクトル特性及び光ファイバ 2, 4, 7, 1 0 等の分散特性から以下の（1）式に示された通りに近似されることが分かっている。

【数 1】

$$\Delta z_r = \Delta z_i \sqrt{1 + \left(\frac{2L}{L_D}\right)^2} \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 9 】

ここで、上記（1）式中における Δz_i は光ファイバ 2, 4, 7, 1 0 等による分散の影響が全くないと仮定したときの低コヒーレントリフレクトメータの空間分解能である。この空間分解能 Δz_i は以下の（2）式で与えられる。

【数 2】

$$\Delta z_i \approx \frac{1}{2n} \cdot \frac{\lambda^2}{\Delta \lambda} \quad \dots (2)$$

上記（2）式において、 n は光伝送媒質（光ファイバ2, 4, 7, 10等）の屈折率であり、 λ は低コヒーレント光源1の中心波長であり、 $\Delta \lambda$ はそのFWHM（半値全幅）値である。

【0030】

また、上記（1）式中の L_D は分散長と呼ばれる分散の影響を表す特徴的な長さであり、以下の（3）式で与えられる。

【数 3】

$$L_D \approx \frac{4n^2 \Delta z_i^2}{\lambda^2 c D} \quad \dots (3)$$

上記（3）式において、 c は光の速さ、 D は光ファイバの分散パラメータである。

更に、上記（1）式中の L は、被測定光回路6内の反射点までの片道長であるが、本実施形態の低コヒーレントリフレクトメータの構成上、局発光KLの光路と測定光DL及び反射光RLの光路で効果がうち消されるため、これらの光路間に分散値の差がある区間、即ち空間光路長に相当する区間の長さである。

【0031】

上記（2）式及び（3）式を（1）式に代入すると、（4）式が得られる。

【数 4】

$$\Delta z_r = \frac{\lambda^2}{2n\Delta\lambda} \sqrt{1 + \left\{ 2LcD \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \right)^2 \right\}^2} \quad \dots (4)$$

上記（４）式から分かるように、光伝送媒質及び光源の中心波長が設定された場合、光ファイバ 2, 4, 7, 10 等による分散の影響を考慮したときの空間分解能 Δz_r は測定光 DL 及び反射光 RL の光路と局発光 KL の光路との間で、分散値が相違する区間の長さ及び低コヒーレント光源 1 のスペクトラムの半値全幅に依存している。

【0032】

図 4 は、分散値が相違する区間の長さと空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。図 4 に示したように、分散値が相違する区間の長さが長くなると、比例的に空間分解能 Δz_r の値が大となって、空間分解能 Δz_r が悪化する。また、図 5 は、低コヒーレント光源 1 のスペクトラムの半値全幅と空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。尚、図 5 は、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光の波長が $1.55 \mu\text{m}$ の場合について図示している。図 5 に示したように、低コヒーレント光源 1 の半値全幅が 18 nm 程度の場合に空間分解能 Δz_r が極小となって空間分解能 Δz_r が良くなるが、半値全幅が 10 nm 以下になると急激に空間分解能 Δz_r が悪化し、全値半幅が 30 nm 程度以上になると緩やかに空間分解能 Δz_r が悪化する。

【0033】

図 4 及び図 5 から分かるように、任意の長さ L に対して空間分解能を最小にする半値全幅が存在する。従って、長さ L が変化する場合に、その変化に対する空間分解能の変化を極小にする半値全幅を選択することが可能である。図 6 は、半値全幅をある値に設定したときの分散値が相違する区間の長さと空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。尚、図 6 においては、半値全幅を 10 nm に設定し、光ファイバの分散パラメータ D を一般的な値として $17 \text{ ps/km} \cdot \text{nm}$ と仮定している。

【 0 0 3 4 】

図 6 から分かるように、分散値が相違する区間の長さに変化しても空間分解能 Δz_r は殆ど変化しない。よって、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光の中心波長が $1.55 \mu\text{m}$ である場合に、光バンドパスフィルタ 20 の通過特性を、中心波長に対して $\pm 5 \text{ nm}$ の波長の低コヒーレント光を通過させる特性に設定すれば反射鏡 9 をステージで移動させた場合であっても空間分解能 Δz_r はさほど悪化しない。

【 0 0 3 5 】

図 7 は、第 2 実施形態の低コヒーレントリフレクトメータを用いて被測定光回路 6 に対する計測を行った際の計測結果の一例を示す図であり、(a) は光バンドパスフィルタ 20 の通過帯域を中心波長に対して約 $\pm 40 \text{ nm}$ に設定した場合の計測結果を示す図であって、(b) は光バンドパスフィルタ 20 の通過帯域を中心波長に対して約 $\pm 7.5 \text{ nm}$ に設定した場合の計測結果を示す図である。尚、光バンドパスフィルタ 20 の通過帯域の中心波長は $1.55 \mu\text{m}$ に設定されている。

【 0 0 3 6 】

図 7 (a) と図 7 (b) とを比較すると、図 7 (a) 及び図 7 (b) とともに反射点がある位置 (図中において符号 P 2 を付した位置) において、信号レベルがピーク値をとるが、図 7 (a) 中に示されたピークの幅よりも、図 7 (b) 中に示されたピーク値の幅の方が狭くなっている。これは、空間分解能が高くなっていることを意味する。

【 0 0 3 7 】

以上説明したように、本発明の第 2 実施形態においては、低コヒーレントリフレクトメータ内に設けられる光ファイバ中を測定光 DL 及び反射光 RL が伝搬して生ずる分散値と、光ファイバ及び空間的な光路を局発光 KL が伝搬して生ずる分散値との差による空間分解能 Δz_r の悪化を、低コヒーレント光源 1 から出射される低コヒーレント光の半値全幅を制限する光バンドパスフィルタ 20 を設けることにより極力抑えている。よって、低コヒーレントリフレクトメータの空間分解能を高く維持することができる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、第1の光経路と第2の光経路との間の波長分散値に相違がある区間があったとしても、その相違を補償する補償手段を設けているため。空間分解能に波長分散の影響が現れず、その結果高い空間分解能を維持することができるという効果がある。

また、本発明によれば、従来の低コヒーレントリフレクタの第1の光経路内に分散補償光ファイバを備えるだけで高い分解能を得ることができるという効果がある。

また、本発明によれば、光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整する調整手段を設けて波長分散が空間分解能に与える影響を最小にする半値全幅を設定することができるので、空間的な光路長さが変化した場合であっても、空間分解能が殆ど変化しないという効果がある。

また、本発明によれば、光バンドパスフィルタによって光源からの光のスペクトラムの半値全幅を調整しているため、波長分散が空間分解能に与える影響を最小にする半値全幅を簡単な構成で選択できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態による低コヒーレントリフレクタの概略構成を示すブロック図である。

【図2】 第1実施形態の低コヒーレントリフレクタを用いて被測定光回路6に対する計測を行った際の計測結果の一例を示す図であり、(a)は分散シフトファイバ5を設けない場合の計測結果を示す図であって、(b)は分散シフトファイバ5を設けた場合の計測結果を示す図である。

【図3】 本発明の第2実施形態による低コヒーレントリフレクタの概略構成を示すブロック図である。

【図4】 分散値が相違する区間の長さ L と空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。

【図5】 低コヒーレント光源1のスペクトラムの半値全幅と空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。

【図 6】 半値全幅をある値に設定したときの分散値が相違する区間の長さ
と空間分解能 Δz_r との関係を示す図である。

【図 7】 第 2 実施形態の低コヒーレントリフレクトメータを用いて被測定
光回路 6 に対する計測を行った際の計測結果の一例を示す図であり、(a) は光
バンドパスフィルタ 20 の通過帯域を中心波長に対して約 $\pm 40 \text{ nm}$ に設定した
場合の計測結果を示す図であって、(b) は光バンドパスフィルタ 20 の通過帯
域を中心波長に対して約 $\pm 7.5 \text{ nm}$ に設定した場合の計測結果を示す図である
。

【図 8】 従来の低コヒーレントリフレクトメータの概略構成例を示すブロ
ック図である。

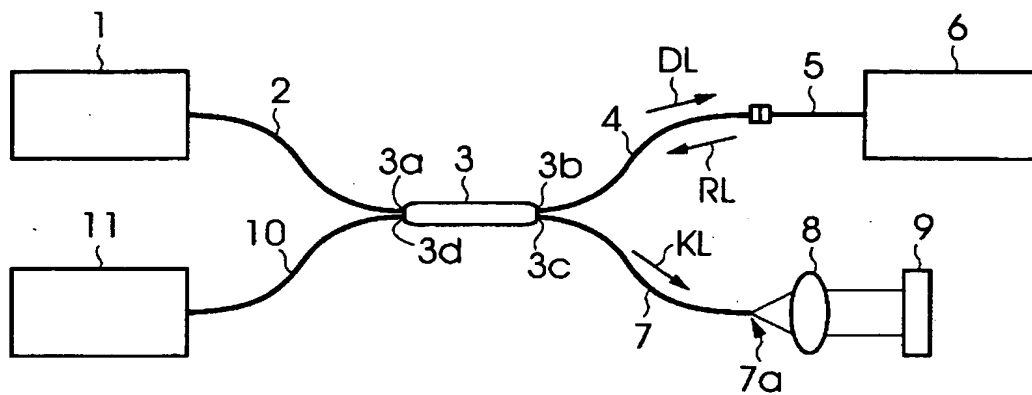
【符号の説明】

- 1 低コヒーレント光源 (光源)
- 3 光カプラ (分岐手段、合波手段、合分岐手段)
- 5 分散シフトファイバ (補償手段)
- 6 被測定光回路
- 8 コリメートレンズ (反射手段)
- 9 反射鏡 (反射手段)
- 11 受光信号処理部
- 20 光バンドパスフィルタ (補償手段、調整手段)

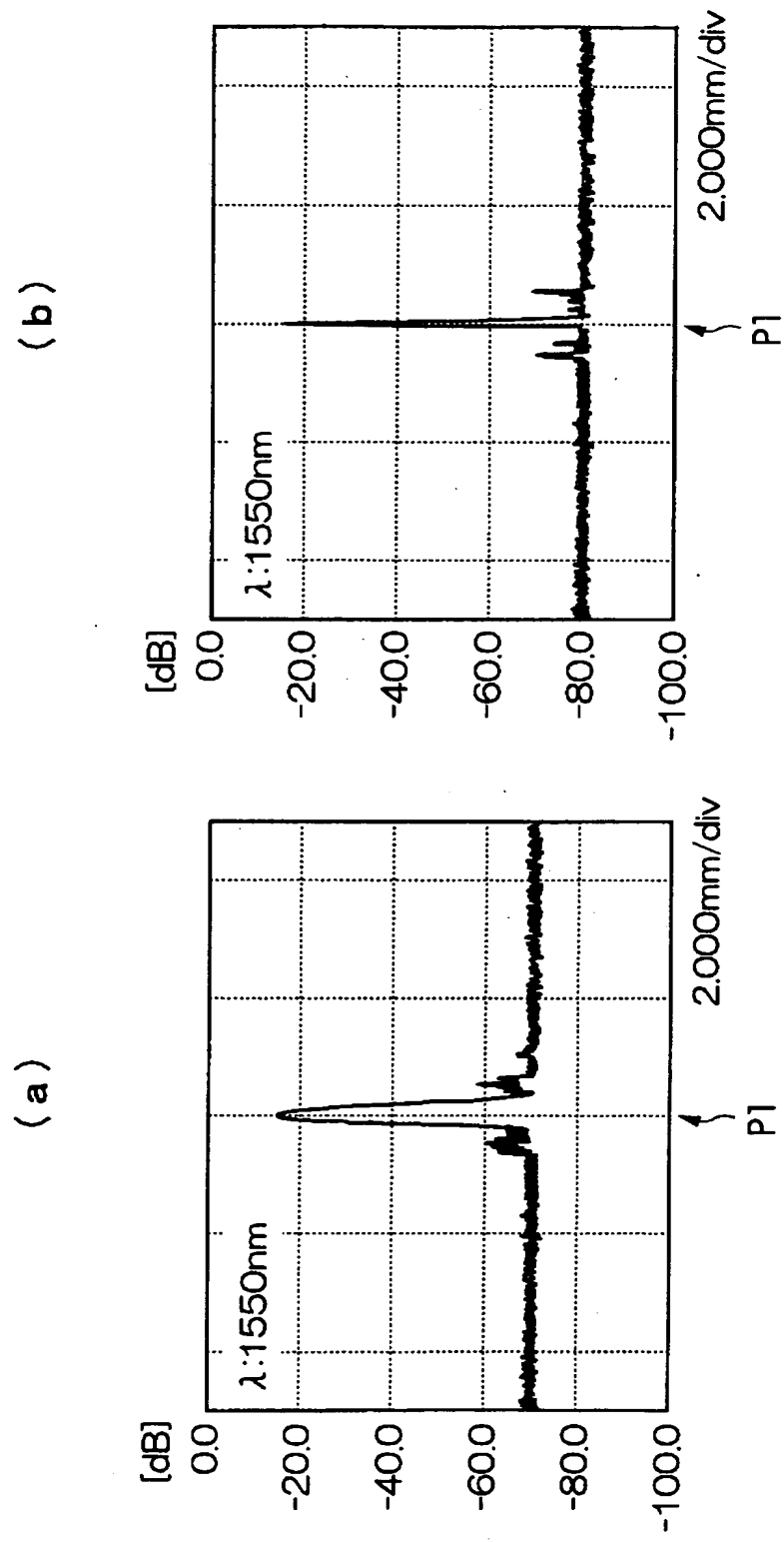
【書類名】

図面

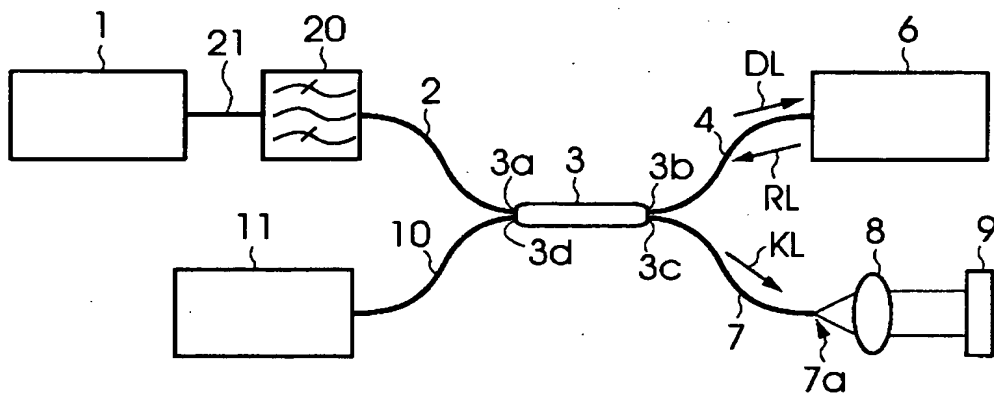
【図 1】



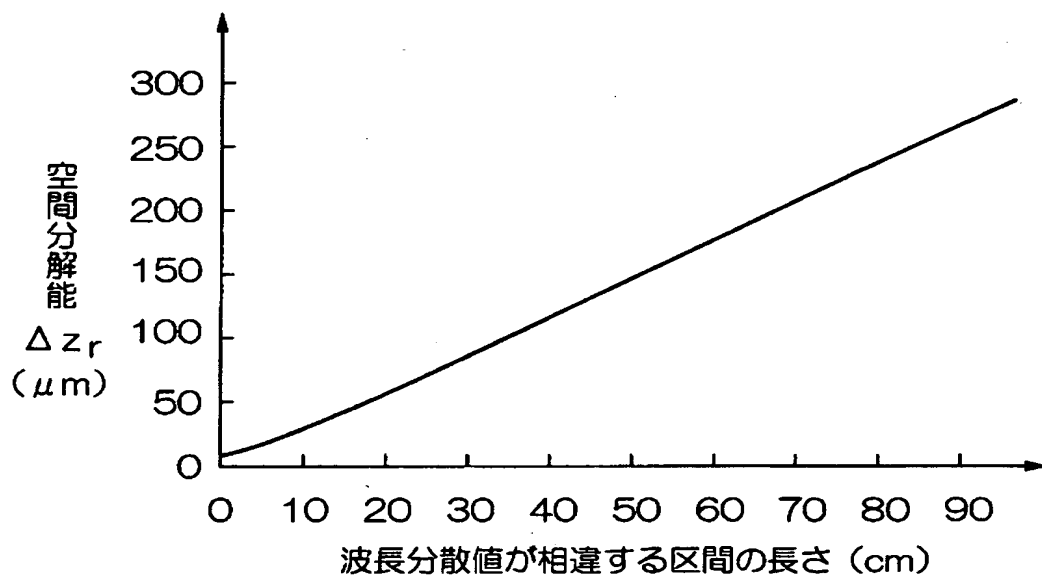
【図 2】



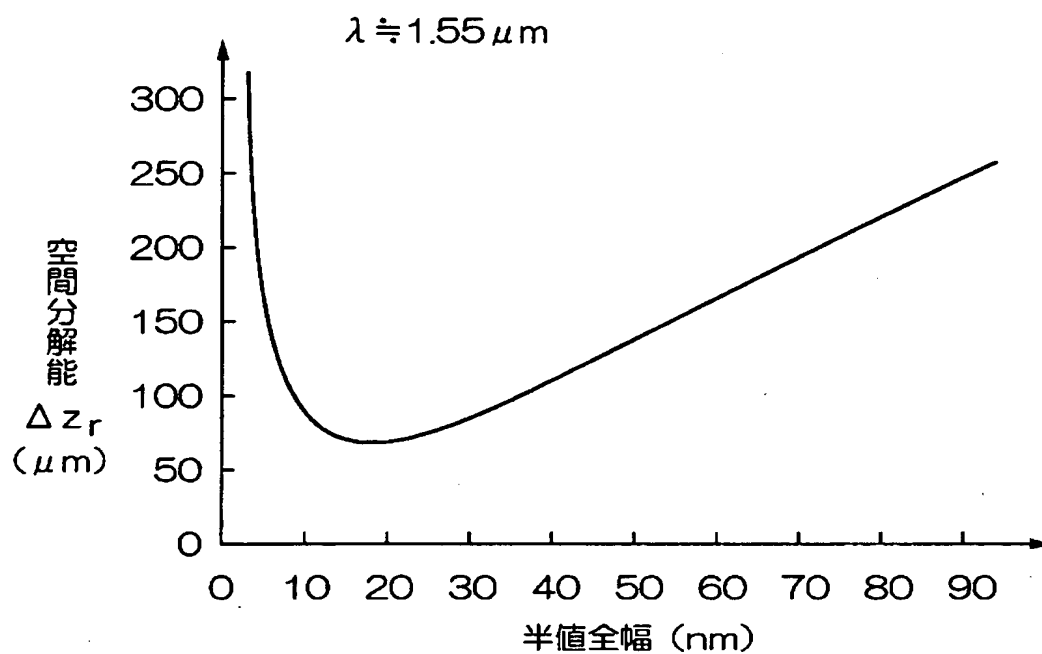
【図 3】



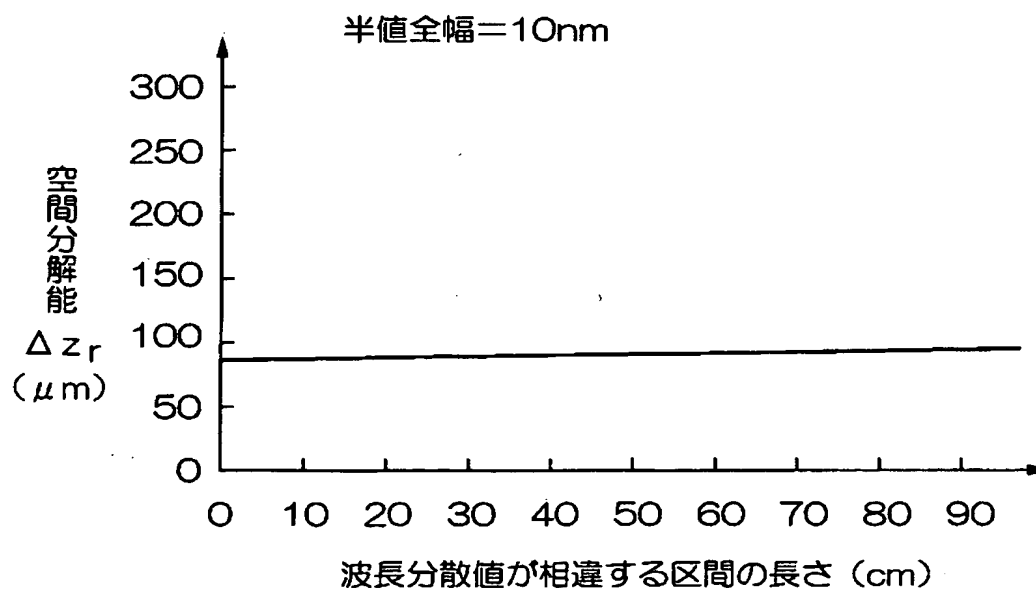
【図 4】



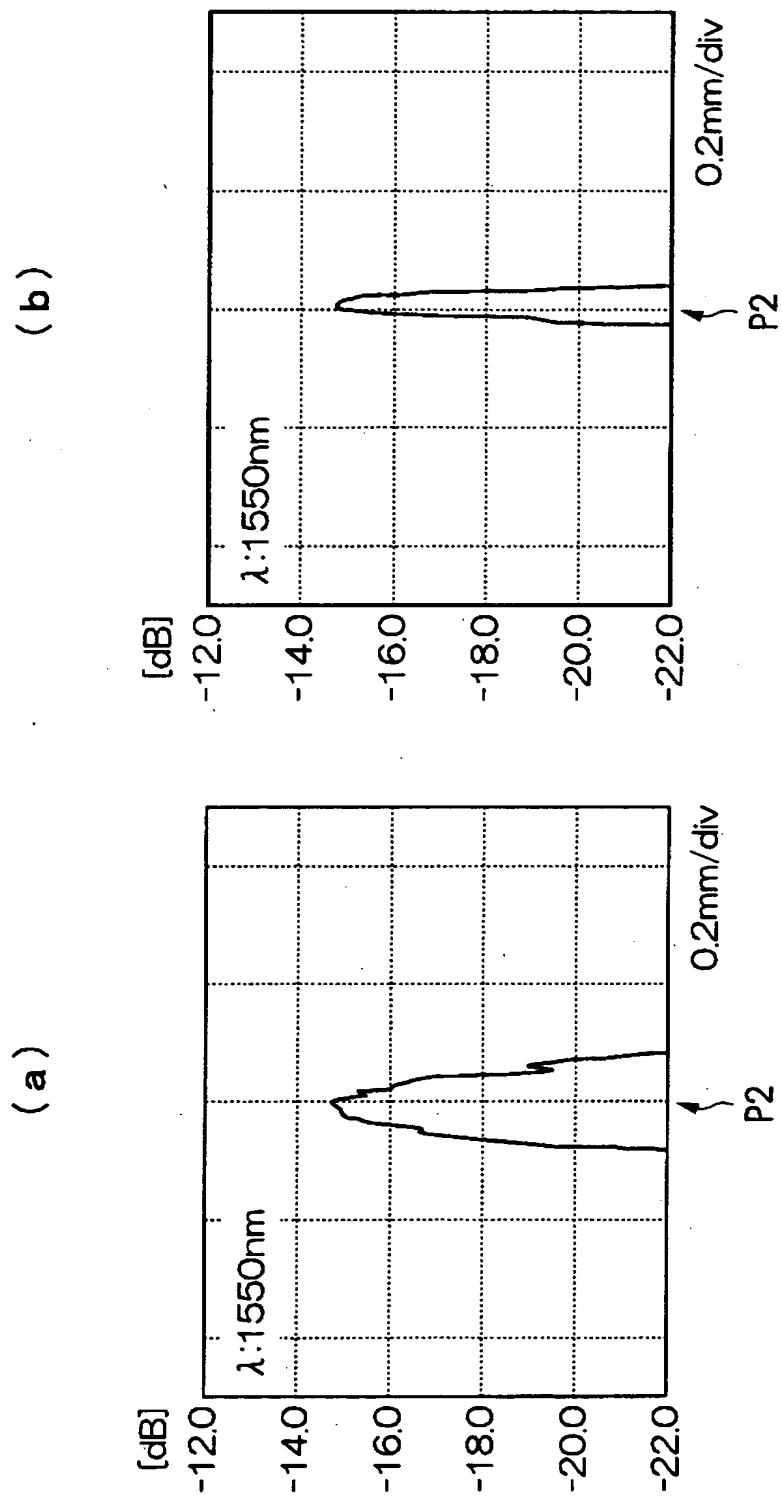
【図 5】



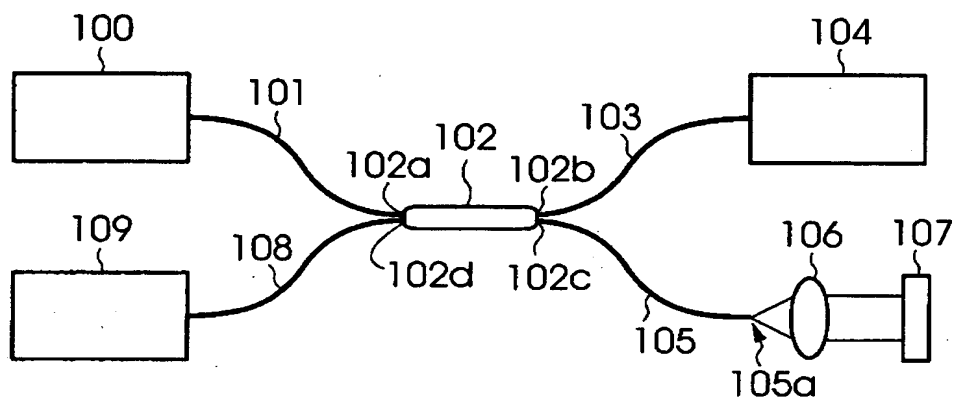
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い空間分解能を有するとともに、局発光の空間的な光路長の変化がある場合であっても高い空間分解能を維持することができる低コヒーレントリフレクトメータを提供する。

【解決手段】 光カプラ 3 は、低コヒーレント光源 1 からの低コヒーレント光を分岐して一方を測定光 DL として分散シフトファイバ 5 を介して被測定光回路 6 へ出射する。また、光カプラ 3 は、他方の分岐光を局発光 KL として反射鏡 9 へ射出する。また、光カプラ 3 は被測定光回路 6 の反射点で反射された反射光 RL と反射鏡 9 で反射された局発光 KL とを合波する。上記分散シフトファイバ 5 の光路長は、局発光が空間を伝搬する光路長さと同程度に設定される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-317869
受付番号	50001346495
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 12 年 10 月 19 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000117744
【住所又は居所】	東京都大田区蒲田 4 丁目 19 番 7 号
【氏名又は名称】	安藤電気株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	000004226
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
【氏名又は名称】	日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

次頁有

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000117744]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区蒲田4丁目19番7号
氏 名 安藤電気株式会社
2. 変更年月日 2001年 4月13日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都大田区蒲田五丁目29番3号
氏 名 安藤電気株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名 日本電信電話株式会社